[智能系统]

一种智能变电站一体化监控实训系统开发及应用

文/国网浙江省电力有限公司培训中心　刘华蕾　张　静　张海梁

介绍了一种220 kV智能变电站一体化监控实训系统，从实训系统的结构和功能入手进行了详细阐述，本套实训系统可以满足相关专业从业人员对智能变电站一体化监控系统培训、鉴定及技能竞赛的需求。

智能变电站作为坚强智能电网的重要基础和支撑，在智能电网建设中的作用举足轻重。在国家电网公司首批以及第二批智能化试点站的顺利实施之后，浙江省已有大量不同电压等级的智能变电站建成并投产，目前在建的以及今后各类新建、改造变电站也将全面推广应用IEC 61850标准。智能变电站与传统变电站相比，在设备操作方法、运行维护和工作管理等方面都发生了一系列的变化，因此相关专业技术人员亟需开展相应的技术、技能培训。

实训系统结构介绍

220 kV智能变电站一体化监控实训系统包括一套完整的监控系统设备、测控装置、合并单元、智能终端和模拟断路器。

系统包含2台三绕组变压器；220 kV双母线接线，出线8回；110 kV双母线接线，出线8回；35 kV单母线接线，出线、电容和所用变各2回。

该实训系统采用智能变电站一体化监控系统，其总体方案参照现行220 kV智能变电站。实训系统构架分为站控层、间隔层和过程层，在设计时对系统进行站控层优化，对变电站间隔层设备根据培训需求进行重组，对过程层设备进行模拟，并实施IEC 61850标准，其具体技术方案如下：

1）对电力系统变电站的一次设备开关、刀开关和接地刀开关等通过设备模拟，并能实现遥控操作的技术要求。

2）变电站中的交流电流、电压等电气量，通过交流模拟设备模拟电压互感器和电流互感器的输出结果。

3）采用智能终端实现断路器、隔离开关等设备的智能化。

4）采用合并单元实现电流、电压等模拟量的数字化。

5）变电站计算机监控系统及保护信息上送采用IEC 61850标准，统一组网，二次设备采用符合IEC 61850标准的智能设备。

6）35 kV电压等级的设备采用保护、测控和计量多合一装置，110 kV采用保护测控一体化装置，220 kV保护、测控采用功能完整、装置独立的设备。

系统站控层设备包括智能变电站监控主机、数据通信网关机和综合应用服务器等；间隔层包括各保护装置、测控装置等；过程层包括合并单元、智能终端。系统构架图如图1所示。

站内分别设置过程层网络（含GOOSE、SV 报文）和站控层网络（含MMS、GOOSE 报文）。

该实训平台构建冗余的站控层网络即站控层A网、站控层B网。220 kV、110 kV按电压等级配置

过程层网络，网络形式采用100 Mbit/s光纤双星形以太网，35 kV不配置过程层网络。保护（测控）装置、智能终端接入过程层网络；主变压器电气量保护同时接入各侧过程层网络；主变压器35 kV侧接入110 kV过程层网络。

保护装置、测控装置均采用支持IEC 61850标准的数字化接口接入站控层网络，相关信息通过该网络以MMS报文的形式传送至变电站站控层设备，测控装置间的联闭锁信息也通过该网络以GOOSE报文的形式传输。保护装置、测控装置、智能终端和合并单元均采用支持IEC 61850标准的数字化接口接入过程层网络，装置间的相互起动、相互闭锁和位置状态等交换信息以GOOSE报文的形式通过该网络传输。

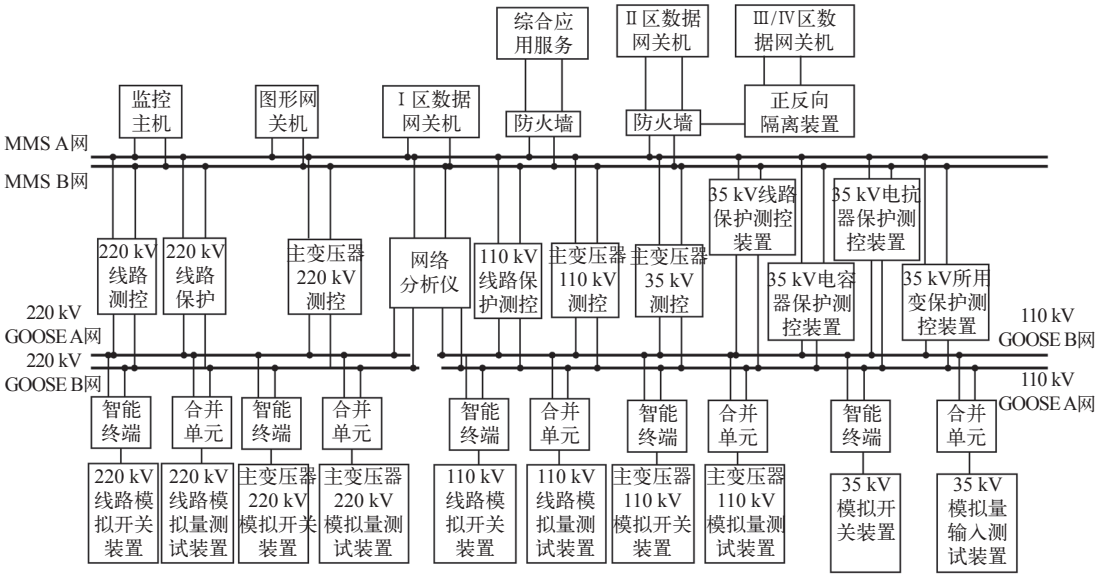

图1　智能变电站一体化监控实训系统构架图

实训系统功能介绍及优点

实训系统设备布置及功能区分划分如图2所示。将整个实训系统划分为A、B、C、D四个区域。

A区配置站控层设备，设置4套监控系统后台、网关机以及若干各层交换机。配置的4套监控系统后台均配置有智能变电站系统配置描述文件（SCD文件）制作工具，可独立进行SCD组态制作，从而可以方便地独立进行智能变电站调试。同时将通信网关机、各层交换机配置于A区中，可以方便实现网关机、网络设备的组态与调试。另外将其他公用设备如网络分析系统、电源系统等公共系统统一部署在图中A区，便于统一维护管理。

B区配置220 kV相关设备，可以独立完成220 kV典型间隔的组态调试。

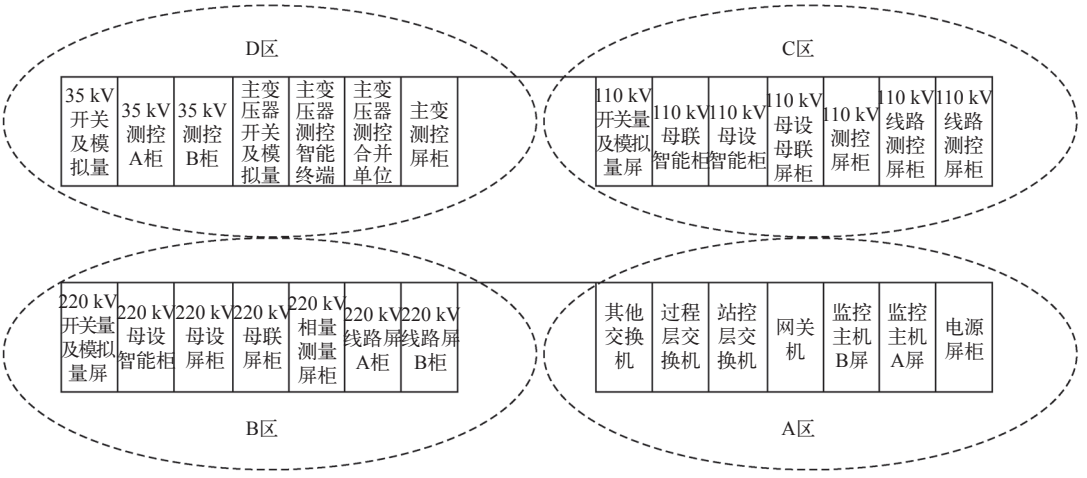

图2　智能变电站一体化监控实训系统屏柜布置图

（下转第63页）

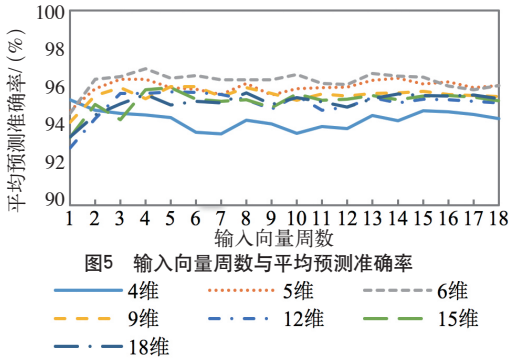

图5 输入向量周数与平均预测准确率

根据以上分析，本例中最优维数为6维，最优长度为4周。以6维×4周的规模作为输入向量，得到的预测结果如图6所示。月平均预测准确率为97%，其中，准确率超过98%的天数占42.9%，准确率超过96%的占71.43%，准确率均在92%以上。可以看出，预测效果良好。

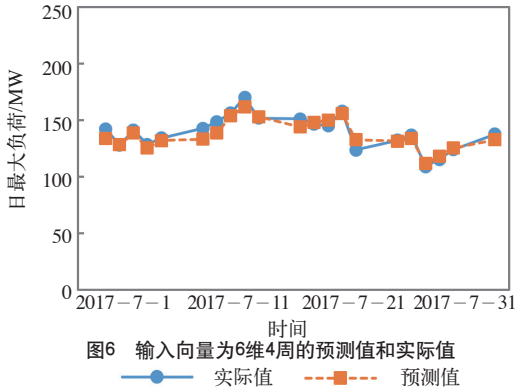

图6 输入向量为6维4周的预测值和实际值

结束语

通过分析发现，利用LSSVM对夏季最大负荷进行预测时，输入向量的规模对预测精度存在明显影响。输入向量的维数和长度均存在最优值。

对于输入向量维数而言，考虑温度、湿度和风速的实时综合影响时，预测效果最优，本文对应维数为6维。当考虑气象因素不足，维数较低时，会影响预测准确率，而直接将历史温度作为输入变量来考虑温度的累积效应不会提高预测准确率。

负荷对各气象因素的敏感度存在差异，各因素敏感度也会随时间变化，受此影响，输入向量长度的最优值与输入向量维数有一定关系，本文以3～5周为宜。当选取历史数据过长时，模型难以拟合差异显著的气象与负荷的关系，预测准确率较低；当选取历史数据过短时，模型稳定度降低，延展性差，预测准确率低。

LSSVM预测准确率与输入向量维数显示出良好的对应关系，组织LSSVM输入向量时，可先寻优向量维数再寻优向量长度。

本文的研究可以为如何优化LSSVM输入向量提供参考，有利于改进LSSVM在短期负荷预测及夏季负荷分析中的应用。**EA**

（收稿日期：2018.12.28）
（编辑：朱金凤）

（上接第56页）

C区配置110 kV相关设备，可以独立完成110 kV典型间隔的组态调试。

D区配置35 kV及主变压器间隔相关设备，可以独立完成220 kV主变压器及35 kV典型间隔的组态调试。

根据不同培训项目培训需求的不同，智能变电站一体化监控实训系统A、B、C、D各区之间可以灵活组合。培训时可以采用以下工作方式：

方式一，各区独立工作，A区负责整个变电站系统层面设备调试，B区、C区、D区完成不同电压等级间隔层调试，每个功能区同时配置了独立的监控后台系统，均可独立进行SCD组态制作。各区之间相互没有干扰，可以实现最大化的培训系统，可以同时提供四套独立工作工位，最多可以容纳12人同时培训。

方式二，智能变电站进行整站系统联调，B区、C区、D区将220 kV、110 kV、35 kV不同电压等级的间隔信息统一送到A区进行汇总处理，并接受A区的各项控制命令。此时可以开展相关专项培训，提高学员处理异常和故障的综合能力。

结束语

本套220 kV智能变电站一体化监控实训系统采用模块化结构设计，通过对智能变电站监控系统进行站控层优化、间隔层重组和过程层设备模拟，可以实现四个培训功能区块的独立应用或组合应用，培训方式灵活，同时将大量的一次开关设备和互感器通过仿真实现，节约了一次设备的投资而不影响培训的开展。**EA**

（收稿日期：2018.06.12）
（编辑：朱金凤）